

Genie2000软件在环境样品测量中的应用

付 杰, 张 京

中图分类号: TL816⁺9 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)02-0201-03

【摘要】 目的 通过对 Genie2000软件的应用, 提高对 γ 能谱分析软件的认识, 更加精确地完成 γ 能谱测量工作。方法 以环境样品为例, 介绍 γ 谱分析软件 Genie2000的应用。结果 规范 Genie2000分析放射性核素的方法。结论 通过对 Genie2000软件的熟练使用, 可快速、准确的分析环境样品中放射性核素的活度。
【关键词】 Genie2000软件; γ 能谱分析; 环境样品

随着 HPG α 能谱仪的发展和广泛应用, γ 能谱分析软件也得到不断地改进。一套优秀的软件不仅可在常规条件下为用户提供准确可靠的数据, 而且可在核辐射应急情况下准确、快速分析样品, 识别放射性核素并确定其含量, 为应急响应提供有力支持。Canberra公司制作的谱分析软件 Genie2000以其人性化的操作界面和准确、周全的计算程序赢得了用户的青睐, 笔者以环境样品的测量为例, 简单介绍 Genie2000软件的应用。

1 Genie2000功能介绍

本实验室 γ 能谱测量分析系统由 HPG α 探头、多道分析仪 DSA-2000、Genie2000软件及铅室组成。Genie2000基本谱软件仅能进行简单的谱分析(如寻峰、峰面积计算等), 但可通过安装兼容软件来实现其强大功能。与 Genie2000兼容的部分软件及应用领域见表 1。

表 1 Genie2000兼容软件及应用领域

软件	中文名	应用领域
Gamma V3.0	γ 能谱获取和分析软件 3.0版	完整 γ 能谱分析
ISOCs	现场物体计数系统	现场无源效率刻度
LabSOCS	实验室无源效率刻度软件	实验室无源效率刻度
Inspector1000	多功能数字化便携式 γ 谱仪	野外 γ 能谱测量

Genie2000基本谱软件安装 Gamma V3.0后, 可进行本底扣除、效率校正、核素标识、干扰校正、级联符合相加校正、测量几何条件描述、加权平均活度和 MDA(Minimum Detectable Activity)计算等。安装 ISOCs后, 与现场 γ 谱仪配合, 可在现场进行无源效率刻度, 快速完成样品的测量工作; 安装 LabSOCS后, 可完成实验室无源效率刻度, 省去了制作刻度源及执行相

作者单位: 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所, 北京 100088
作者简介: 付杰(1980~), 男, 天津人, 汉族, 在读硕士, 主要从事辐射检测与评价工作。

关手续带来的不便。ISOCs和 LabSOCS软件均基于蒙特卡罗模型建立, 并通过了大量的实验验证, 可靠性值得信赖。安装 NaI2 \times 2和 Inspector1000后, 可针对配备 NaI探头的多功能数字化便携式 γ 谱仪的测量结果进行分析。

2 Genie2000应用程序

2.1 样品的采集和预处理 样品的采集和预处理可参照中华人民共和国环境保护行业标准 HJ/T 61-2001“辐射环境监测技术规范”推荐的方法执行, 如采集土壤样品时, 使用土壤采集器在 10m \times 10m 范围内, 采用梅花形布点或蛇形布点, 在未耕区取垂直深 10cm 的表层土。去除石块、草根等杂物, 混合后取 2~3kg 样品装在双层塑料袋内密封, 再置于布袋中保存。样品运至实验室后, 立即去除沙石、杂草等异物, 称重后置于搪瓷盘中摊开晾干, 碾碎后过 120目, 105 $^{\circ}$ C 烘干, 计算样品失水量, 装入样品盒, 称重, 备用^[1]。

2.2 样品的测量 本实验室使用的 γ 能谱仪系统为 Canberra公司生产的 DSA-2000数字谱仪, 探测器的技术指标: 对 1.33 MeV 能量分辨率为 1.71KeV, 相对效率 34%, 在 30-2000keV 的积分本底为 1.21cps。在测量开始前, 需对仪器进行预设。首先打开 Genie2000软件, File菜单下进入 Open Database 在这里可以选择 Detector或 File 前者是打开探测器, 后者是打开已存文件。另外, Genie2000能自动将其他类型的文件转换为本身识别的 CNF格式文件, 如 Ortec ADCAM、Oxford文件等。打开 Detector后, 在 MCA 菜单下进入 Acquire Setup选项, 这里可以设定测量时间、谱仪的道数、峰面积、计数和感兴趣区的选择等, 当到达设定值时, 电脑会自动停止测量。在 MCA-Adjust菜单下的 HVPS 确定所加高压, 本仪器推荐为 4000V。其他仪器参数一般由 Canberra公司人员设定, 这里不再阐述。样本信息可在 Edit-Sample information中输入, 包括样品名称、

机房建设时在确保按照图纸进行施工的前提下, 一方面确保重晶混凝土的密度达到设计要求, 另一方面机房主体必须一次浇灌完工。此外电缆沟的深度、防护门的厚度、搭界宽度与缝隙宽度都是需要重点关注的对象, 根据加速器生产厂家提供的资料, 防护门内填充的防中子材料为特制的 PVC 材料, 具体成分不明, 究竟能否起到良好的防护效果尚需进一步研究。

参考文献:

[1] 陈敬忠, 龚怀宇. 医用电子加速器的防护 [M]. 成都: 四川

科技大出版社, 2001: 92
[2] 张文启主编. 实用放射防护指南 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992: 3.
[3] 张丹枫, 赵兰才. 辐射防护技术与管理 [M]. 南宁: 广西民族出版社, 2003: 397-398.
[4] 顾伟民, 吴建军, 张丹枫. 对 15MV 医用直线加速器治疗室屏蔽设计的研讨 [J]. 中国辐射卫生, 2005 14(2): 137.

(收稿日期: 2006-09-20)

采样人、样品描述、样品编号、数量、不确定度、单位、几何形状、误差等。另外, 可以选择样品沉积或衰变时间, 软件会自动进行放射性核素的衰变校正。样品信息输入界面如图 1所示, 在界面右下角, 有 Load Calibration 选项, 可将已经刻度好的能量刻度和效率刻度文件应用在本次测量中。

2.3 谱分析 样品测量结束后, 开始谱分析过程, 以确定样品中放射性核素的种类和含量。在分析前, 需对谱仪系统进行能量刻度和效率刻度。能量刻度是确定 γ 谱峰峰址与能量之间的关系曲线, 是放射性核素定性分析的基础; 效率刻度是确定 γ 射线全能峰效率和能量之间的关系曲线, 是 γ 谱定量分析的基础。刻度的优劣程度直接影响放射性核素测量结果的准确性。



图 1 Genie2000 样品信息输入界面

2.3.1 能量刻度 Genie2000 包括 5 种能量刻度类型, 具体方法见表 2。在这 5 种能量刻度方法中, 推荐使用第二或第四种方法, 因为这两种方法是直接调用刻度文件, 省去选择核素或输入能量等重复工作, 简单快捷。其他三种方法重复工作较大, 不推荐使用。能量刻度完成后, 可点击 Energy Show 按钮显示当前的能量刻度曲线, 判断刻度的优劣。并且可以直接打印出能量刻度曲线图。

表 2 Genie2000 能量刻度类型和方法

刻度方式	刻度方法
1. 单独能量刻度	只需输入能量和对应的道址 (或用指针指定该能量对应的道址)
2. 通过已编辑的刻度文件	事先通过刻度文件编辑器编辑刻度文件, 在此调用, 然后输入 (或用指针指定) 该能量对应的道址
3. 通过核素	从核素库中选择所需能量对应的核素, 输入 (或用指针指定) 该能量对应的道址
4. 通过已刻度的文件	直接调用先前刻度的文件, 应用于当前谱分析
5. 直接输入	需要输入能量、道址、FWHM 等参数

2.3.2 效率刻度 效率刻度相对能量刻度来说较为复杂, 技术性更强。刻度源应由国家法定计量部门认定或可溯源于国家法定计量部门。在实际工作中, 不同类型的样品使用不同的样品盒, 当今应用较多的为圆柱形的塑料容器, 根据样品类型和采集的量选择带螺盖或普通盖、大号或小号的样品盒。如土壤和建材样品一般选择 75×75 (直径×高) 或 72×65 型号, 而空气滤膜一般采用 72×35 型号, 牛奶或水样品需选择带螺盖的样品盒等。对每种几何形状、不同类型的样品都要进行效率刻度, 刻度源的体积、形状、基质的主要化学特性和容器

必须尽量与待测样品相同。对于短半衰期的标准源, 应在测量前做衰变校正, 而对于如 Ra-226、Th-232 和 K-40 等天然核素, 其半衰期很长, 可以忽略其衰变引起的误差^[2]。效率刻度前, 首先必须选择寻峰和峰面积计算的方式, 因为效率刻度的算法与寻峰和峰面积的算法是一致的, 否则, 软件会默认选择寻峰和峰面积计算的第一种算法 (分别为 Unidentified Second Difference 和 Sum Non-Linear Least Squares Fit Peak Area 算法)。Genie2000 效率刻度方式与能量刻度相似, 但多了一种无源效率刻度方法, 软件为 FOCS 和 LabSOCS。FOCS 为现场物体计数系统, 主要应用于对现场物体的快速测量; LabSOCS 为实验室无源效率刻度软件, 主要应用于实验室样品的快速效率刻度, 两种软件的原理一致, 都是采用蒙特卡罗模型, 并经过了大量的实验验证, 具备较好的准确度。输入相关参数, 软件会自动给出效率曲线。但对数据的要求很严格, 所以测量样品参数时应非常精确。在得到效率曲线后, 我们可以通过显示选项来观察曲线的优劣, 并能删除偏差较大的刻度点来提高曲线的精确度。还可以选择多项式的类型来改变曲线, 软件中 n 表示项次, 一般情况下 n 值为 5 时, 对应 10 个或 10 个以上的刻度点; n 为 4 时, 对应 8 或 9 个刻度点; n 为 3 时, 对应 6 或 7 个刻度点; n 为 2 时, 对应 3 到 5 个刻度点。当曲线合适后, 可以将该效率刻度存为效率刻度文件, 测量其他同类型样品时直接调用该刻度, 可在刻度菜单下调用, 也可在编辑样品信息时提前调用。也可以直接通过打印机将效率刻度曲线图打印出来。

2.3.3 样品分析 在样品测量结束后, 我们需要对其进行放射性核素的定量和定性分析, 判断其放射性活度大小及核素组成。首先判断其能量刻度是否准确, 然后根据样品类型选择相应的效率刻度。在 Analyse 菜单下选择谱分析步骤 Genie2000 寻峰有五种方式, 我们主要使用第三种, 也就是用户指定方式。因为其他方式下, 软件会给出指定区域的所有峰, 而很多峰不是我们所感兴趣的。在用户指定方式下, 我们可以直接选择事先存好的感兴趣区 (后缀为 ROI 的文件), 比如环境样品我们主要关心 U-238、Ra-226、Th-232 和 K-40 核素对应 γ 射线能量的峰, 因此, 可以先将这些感兴趣区存为 ROI 文件 (在 Display 菜单下 ROIs 选项中可实现此功能), 此情况下直接调用。

在寻峰和峰面积计算之后, Genie2000 可自动扣除本底谱, 但前提是本底谱的寻峰和峰面积计算方式必须与样品谱的算法一致。如果想知道拟合后对所分析射线能量的探测效率, 可执行效率校正 (Efficiency Correction) 过程。最后是核素识别和活度计算过程, Genie2000 提供三种核素识别方式, 分别为试验性核素识别 (Tentative NID)、核素识别 (NID) 以及干扰修正核素识别 (NID with Interference Correction)。试验性核素识别可以给出在选择的核素库中软件认为符合的一种或多种核素, 但不会给出比活度结果; 核素识别过程中, 软件会选择最符合的核素, 并给出各个能量射线的比活度及不确定度, 并能根据各个能量的比活度算出该核素的平均比活度 (活度单位系统默认为 μCi 可在 Analyse-Reporting-Standard Report Setup 中修改, 但必须输入换算系数, 例如活度单位由 μCi 改为 Bq 时, 需在 Multiply 选项中输入 37000 质量单位在样品信息中输入, 软件会根据输入的单位显示出相应的比活度单位)。当分析的感兴趣区中包括符合峰的时候, 可以通过选择第三种核素识别方式——干扰修正核素识别。此项工作需要事先确定准确的峰-总刻度和效率刻度, 然后选择相应几何形状文件, 完成符合相加效应的校正。另外, Genie2000 还具有谱分析批处理功能, 可按照事先编辑的分析次序连续一次性给出分析报告, 这样可节省很多手工操作。该软件还可将报告转换为 PDF

格式, 可避免人为的失误修改, 提高数据的可靠性。图 2 为部分谱分析报告结果。

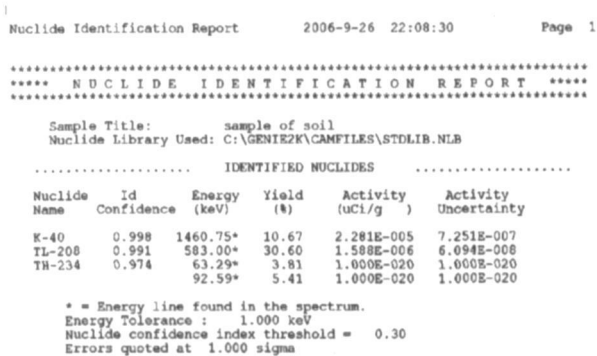


图 2 土壤样品的分析报告截选

Genie2000的分析报告窗口可以选择最大、最小和系统默认的一半大小, 报告的类型、内容和对页码的设定均可在 Standard Report Setup窗口中选择, 完成后, 可直接将报告通过打印机打印。如果想打印相应的谱图, Genie2000可根据要求进行全谱打印或选择感兴趣区打印, 还可和其他谱图比较打印。另外, 还可在谱图上添加方格、或者将 Y 坐标改为对数坐

标, X 坐标在能量和道数之间切换等等, 均可在 Genie2000软件中实现^[3-5]。

4 讨论

Genie2000软件作为一款优秀的谱分析软件, 其强大的兼容性、方便的操作及准确的计算模式使其得到越来越广泛的应用。该软件不仅能在常规条件下进行实验室样品的测量分析, 而且能在应急情况下进行快速测量, 如果我们能正确地使用, 可很好的满足放射工作人员对样品辐射检测的需求。

参考文献:

[1] HJ/T 61-2001 辐射环境监测技术规范[S] .
[2] 任天山, 吴生财. 食物和环境样品中放射性核素的测量与评价[M]. 北京: 原子能出版社, 1992 49-52
[3] Canberra Genie 2000 Customization Tools Manual[Z] .
[4] Canberra Genie 2000 Operations Manual[Z] .
[5] Canberra Genie 2000 Tutorials Manual[Z] .
[6] Canberra S574 LabSOCS Calibration Software User's Manual [Z] .

(收稿日期: 2006-12-05)

【工作报告】

探讨低剂量螺旋 CT肺癌普查的最佳扫描条件

郭 恒, 赵 磊, 张万明, 郭卫华

中图分类号: TL81 文献标识码: D

肺癌是临床常见的恶性肿瘤, 手术成功率很高, I期肺癌 5a 生存率高达 70% 以上, 但大部分病人有症状时就诊, 已到了中晚期, 其 5a 生存率仅为 10% ~ 14%, 因此早期发现、早期诊断是提高肺癌患者生存率的关键。本研究通过对患有不同部位肺结节自愿者的多种条件螺旋 CT 扫描, 探讨螺旋 CT 用于肺癌普查的最佳条件以及应用价值。

1 材料和方法

常规 CT 发现有肺结节的自愿者 6 例, 其中男 4 例, 女 2 例, 年龄 43 ~ 65 岁, 平均 54 岁, 其中结节位于上肺野 1 例, 中肺野 2 例, 下肺野 3 例, 结节直径都在 5mm ~ 10mm, CT 值小于 50Hu, 结节内无钙化。螺旋 CT 检查使用 GE HiSpeed NX /I 双层螺旋 CT 机。深呼吸屏气扫描, 120kVp, 10mm 层厚、进床速度 30mm /s, 10mm 间隔骨重建, 同一病灶分别用 40 30 20 10mA 360° 1s 扫描, 每一病灶处连续扫描 4 层, 肺窗观察。并评价图像质量。对 20 例本院职工因咳嗽、胸痛等原因行肺部 CT 检查采用 20mA 扫描, 并评价图像质量。由 2 位高年资技师和 4 位医师采用 4 点分级法 (A: 很好, B: 好, C: 可以, D: 差) 盲法评价图像质量和肺结节显示效果。为避免偏差所有 CT 图像无规律混合拍片, 并去除所有标记。

2 结果

6 例肺结节的低剂量扫描图像质量和肺结节显示情况的评价结果: 40mA s 和 30mA s 一致认为很好和好, 对 20mA s 和

10mA s 的评价有个别不同, 但基本上认为 20mA s 优于 10mA s, 特别是对上肺野病变, 尽管使用了消除肩胛骨等伪影的功能, 10mA s 图像上仍有较多横行伪影影响肺结节的显示情况。20 例采用全肺 20mA s 扫描检查者, 其图像质量和病变显示情况均为可以。如果按上述扫描条件 120kVp, 10mm 层厚、进床速度 30mm /s, 10mm 间隔、20mA s 360° 1s 扫描计算, 一般肺检查仅需 7s 即可完成全肺 21cm 的扫描, 其全部受检 X 射线剂量仅为 140mA s

3 讨论

为减少 X 射线照射剂量, 螺旋 CT 检查可以通过增加螺距或降低 mA 的方法。由于螺距过大可造成 Z 轴分辨率下降造成肺内小结节的漏检, 因此如何降低 mA 的途径是近年来人们探讨的焦点。目前, CT 机有三种不同自动 mA 功能 (高质量、正常条件、低剂量), 但是自动毫安功能其阈值多不能调节, 尽管选用低剂量其毫安仍然过高。通过对不同部位肺结节自愿者的多种条件螺旋 CT 扫描显示 20mA s 完全可以满意显示肺各部位直径 10mm 左右的结节, 而 10mA s 图像于肺尖和肺义处有较多伪影, 明显影响肺结节的显示。如果按前述扫描条件, 采用 20mA s 常规全肺 CT 检查仅需 140mA s, 这个剂量只相当目前大多数医院扫描一层的剂量, 大大减少病人接受的剂量。降低了受检者接受的剂量。降低了受检者因接受过多辐射而诱发恶性肿瘤的可能性 (国际放射防护委员会认为, 接受 X 射线辐射剂量每增加 1mA s 将增加 5 /10 万的恶性肿瘤发病率)。

(收稿日期: 2007-03-02)